

Motor arrangement, is surrounded by electronic control device containing modules with insulated substrates on support

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19949914
Veröffentlichungsdatum : 2000-10-26
Erfinder : SAILER MAX [DE]; DENKINGER JOSEF [DE]
Anmelder : DIETZ MOTOREN GMBH & CO KG [DE]
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE19949914
Aktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19991049914 19991016
Prioritätsaktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19991049914 19991016; DE19991017688 19990419
Klassifikationssymbol (IPC) : H05K7/20; H02K11/00; H02K9/00
Klassifikationssymbol (EC) : H02K11/04C
Korrespondierende Patentschriften

Bibliographische Daten

A motor arrangement is surrounded by an integrated electronic control device containing modules (SM) with insulated substrates arranged on a support (TP).

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 49 914 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 05 K 7/20
H 02 K 11/00
H 02 K 9/00

⑦1 Aktenzeichen: 199 49 914.4
⑦2 Anmeldetag: 16. 10. 1999
④3 Offenlegungstag: 26. 10. 2000

DE 199 49 914 A 1

⑥6 Innere Priorität:
199 17 688. 4 19. 04. 1999

⑦1 Anmelder:
Dietz-Motoren GmbH & Co. KG, 73265 Dettingen,
DE

⑦4 Vertreter:
Weber, G., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 89073 Ulm

⑦2 Erfinder:
Sailer, Max, 89165 Dietenheim, DE; Denking, Josef, 89610 Oberdischingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤4 Elektromotoranordnung mit integriertem Steuergerät

⑤7 Für eine Elektromotoranordnung mit einem integrierten Steuergerät wird vorgeschlagen, die Schaltungen der Steuereinrichtung in mehrere Module aufzuteilen, welche separat auf eigenen Trägersubstraten auf einem gemeinsamen Träger als Wärmesenke montiert sind. Die Module und die anderen Bauteile der Steuereinrichtung sind um eine Welle des Motors gruppiert.

DE 199 49 914 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Elektromotoranordnung mit einem integrierten Steuergerät.

Elektromotoranordnungen mit integrierten Steuergeräten sind an sich bekannt, wobei typischerweise die Steuergeräte in separaten Gehäusen untergebracht und seitlich am Motorgehäuse befestigt sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vorteilhafte Elektromotoranordnung mit integriertem Steuergerät anzugeben.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Der modulare Aufbau des Steuergeräts mit mehreren Modulen, welche vorzugsweise jeweils verschiedenen Funktionen zugeordnet sind, führt zu kleineren Funktionseinheiten. Für ein einen Frequenzumrichter enthaltendes Steuergerät können beispielsweise separate Module für Gleichrichter, Bremse, eine oder mehrere Halbbrücken etc. vorgesehen sein.

Die Module können jeweils auf einem isolierenden Substrat ein oder mehrere Bauelemente enthalten. Insbesondere bei Leistungsbaulementen für hohe Spannungen und/oder hohe Ströme ist die Abfuhr der in den Bauelementen anfallenden Verlustleistung von besonderer Wichtigkeit. Die Substrate sind hierfür in gutem Wärmeleitkontakt auf einem Träger montiert, welcher als Wärmesenke dient. Der Träger besteht seinerseits vorzugsweise aus gut wärmeleitendem Material und weist eine gegenüber der Fläche eines montierten Substrats große Oberfläche auf, so daß eine große Wärmeabfuhrfläche zur Verfügung steht. Vorzugsweise sind mehrere Module auf einem gemeinsamen Träger angeordnet. Als Material für den Träger ist insbesondere Metall, vorzugsweise Kupfer besonders geeignet und gleichzeitig preisgünstig verfügbar.

Die geringe Flächenausdehnung der einzelnen Module, welche einzeln vorteilhafterweise weniger als 20%, insbesondere weniger als 15% der vom Träger quer zur Wellenachse eingenommenen Fläche beanspruchen, erlaubt auch bei stark unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten von Substratmaterial (z. B. Keramik, DCB-Substrate) und Trägermaterial (z. B. Kupfer) eine gut wärmeleitende flächige Verbindung von Substrat und Träger, insbesondere durch Löten oder Kleben, ohne daß bei Temperaturwechseln ein Lösen der Verbindung oder ein Brechen oder Verbiegen eines keramischen Substrats zu befürchten ist.

Dank der relativ kleinen Abmessungen der Module kann eine hohe Temperaturwechselstabilität erzielt werden, ohne den Träger bei Temperaturwechsel wegen verschiedener Längenausdehnungskoeffizienten nennenswert zu verbiegen. Die Vorspannung in Gegenrichtung von Träger und Modulsubstraten kann entfallen. Es ist jederzeit eine hohe Wärmekopplung erzielbar. Dadurch besteht auch ein hohes Maß an Freiheit bei der Wahl der Materialien für Träger und/oder Modul-Substrate.

Als Substratmaterial findet vorteilhafterweise eine hochwärmeleitfähige Keramik Verwendung, welche flächig in gutem Wärmekontakt mit dem Träger steht. Die besonders verlustbehafteten Bauelemente sind wiederum gut wärmeleitend mit dem Substrat verbunden, so daß eine zuverlässige Wärmeabfuhr von den Bauelementen an den Träger gewährleistet ist und die Junction-Temperatur von Leistungshalbleitern innerhalb von Bereichen gehalten werden kann, welche eine lange Lebensdauer der Bauelemente begünstigt. Die gute Wärmekopplung erlaubt auch einen Betrieb bei hohen Umgebungstemperaturen.

Verbindungsleitungen zu den Bauelementen sind zu den

Bauelementen vorteilhafterweise auf die Substrate aufgelötet und haben dadurch einen guten elektrischen Kontakte zu Substrateiterbahnen und/oder Bauelementen und einen guten Wärmekontakt zum Substrat. Dies erlaubt wiederum wegen guter Kühlung der Leitungen über das Substrat die Verwendung kleiner Drahtquerschnitte und in der Folge einen besonders platzsparenden Aufbau mit kurzen Leitungen und guten EMV-Eigenschaften.

Der Träger ist in einer bevorzugten Ausführungsform als im wesentlichen ebene Scheibe ausgebildet und mit der Scheibenfläche quer insbesondere senkrecht zur Welle ausgerichtet. Die Scheibe umgibt die Welle vorteilhafterweise über einen Winkelbereich von wenigstens 270°. Vorzugsweise ist die Scheibe als die Welle vollständig umgebender Ring ausgeführt. Eine radiale Aufschlitzung des Rings kann eine seitliche Entnahme der Scheibe von der Welle ermöglichen und, auch bei radial nicht durchgehendem Einschnitt, die Gefahr einer Verwerfung der Scheibenfläche bei flächig ungleichmäßiger hoher Verlustwärmezufuhr weiter verringern.

Die geringe Größe der einzelnen Module, welche vorteilhafterweise eine Diagonalausdehnung von weniger als 50 mm aufweisen, bringt auch mechanische Vorteile, dahingehend, daß eine hohe Stabilität der Module in sich und der Verbindung mit dem Träger gegen Erschütterungen und Vibrationen gegeben ist, wodurch zusätzliche Maßnahmen zur mechanischen Stabilisierung wie Verkleben oder Vergießen entbehrlich sind.

Der Träger kann zur weiteren Wärmeabfuhr unmittelbar an dem Motorgehäuse der Anordnung, insbesondere einem Lagerschild des Gehäuses angeflanscht sein, wodurch eine Wärmeabfuhr über das nochmals großflächigere Motorgehäuse möglich ist. Zur Ableitung der Wärme von dem Träger ist dieser vorzugsweise einem erzwungenen Strom eines Kühlmediums ausgesetzt, insbesondere einem von einem Lüfter erzeugten Luftstrom. Vorteilhafterweise wird hierfür ein für die Luftstromkühlung des Motorgehäuses ggf. vorhandener Lüfter mit ausgenutzt, indem die Steuergeräatanordnung, insbesondere der Träger im Luftstrom vor dem Motorgehäuse angeordnet wird.

Neben der besonders wichtigen hohen Wärmeleitfähigkeit zur schnellen Wärmeverteilung im Trägervolumen ist für den Träger ein Material mit guter spezifischer Wärmekapazität, insbesondere Kupfer oder einer Kupferlegierung vorteilhaft, wodurch der Träger auch als Wärmepuffer dienen und dadurch auch bei plötzlichen Spitzen der Verlustleistung, beispielsweise hohen Beschleunigungen oder Verzögerungen des Motors, die Verlustleistung aufnehmen und verteilen und dadurch lokale Überhitzungen bei einzelnen Modulen zuverlässig verhindern kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Träger gut wärmeleitend mit einem Kühlkörper verbunden. Der wärmeleitende Kontakt ist vorteilhafterweise über die gesamte, den Modulen abgewandte Seite des Trägers großflächig hergestellt, wofür in an sich bekannter Weise ein gut wärmeleitendes Material, beispielsweise eine Wärmeleitpaste, eine gut wärmeleitende Folie o. ä. zwischen Träger und Kühlkörper eingebracht sein kann.

Der Kühlkörper kann die Kühlwirkung vorteilhaft unterstützen und verbessern und erlaubt insbesondere die separate Optimierung des Trägers hinsichtlich hoher Wärmekapazität und schneller Verteilung von Verlustwärme einerseits und die großflächige Verteilung auf eine große Kühlfläche des Kühlkörpers, welcher vorteilhafterweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

Der Kühlkörper ist vorzugsweise von einem Kühlflüssigkeitsstrom umspült, welcher vorzugsweise zumindest abschnittsweise überwiegend parallel zur Achse der Motorwelle ver-

läuft. Der Kühlkörper weist vorteilhafterweise zu dieser Achse parallele Kühlflächen auf. Der Kühlkörper kann beispielsweise topfförmig, insbesondere mit einer Durchführung für eine Motorwelle ausgeführt sein mit vorzugsweise primär radial außenliegenden Kühlflächen. Die Kühlflächen können auch an dem Träger selbst ausgebildet und insbesondere einstückig mit diesem ausgeführt sein.

Die Module können in sich zusätzlich zu einem unmittelbar auf dem Träger befestigten Substrat mit einer ersten Schaltungsebene eine oder mehrere weitere Schaltungssträger in anderer Position, insbesondere in anderen, zum genannten Substrat im wesentlichen parallelen Schaltungsebenen in größeren Abständen von der Trägerfläche aufweisen. Die Bauelemente mit hoher Verlustleistung sind dann auf dem Substrat mit guter Wärmekopplung zum Träger angeordnet, während in den vom Träger weiter beabstandeten Schaltungsebenen geringere Verlustleistungen anfallen. Die mehreren Ebenen sind untereinander über eine Mehrzahl elektrischer Leitungen verbunden. Bei wenigstens zwei zusätzlichen Schaltungsebenen kann eine dem Substrat am nächsten liegende Schaltungsebene mit ihrem Schaltungsträger als Wärmeschild gegen nachfolgende Schaltungsebenen dienen, indem von dem Substrat bzw. von auf diesem angeordneten Bauelementen hoher Verlustleistung ausgehende Wärmestrahlung durch die erste zusätzliche Schaltungsebene abgeschirmt wird.

Besonders temperaturempfindliche Bauelemente werden dann in entfernteren Schaltungsebenen angeordnet. Es können auch gesonderte Abschirmebenen zur elektrischen, magnetischen und/oder thermischen Abschirmung verschiedener Ebenen gegeneinander vorgesehen sein.

Die Module können einzeln, zu mehreren oder vorzugsweise gesamt durch eine oder ggf. mehrere weitgehend oder vollständig geschlossene, insbesondere topfförmige Hüllen umgeben sein. Eine solche Hülle schützt die umgebene Elektronik gegen Umwelteinflüsse und gegen Verschmutzungen, welche die Isolationseigenschaften wie Kriechstromfestigkeit oder Überschlagsfestigkeit herabsetzen können. Die topfförmige Hülle kann vorteilhafterweise zur Erzielung verbesserter EMV-Eigenschaften, insbesondere verringerter Aufnahme oder Abgabe von Störstrahlung, aus Metall bestehen oder eine metallisierte Oberfläche aufweisen. Eine Innenwandung der Hülle kann auch einen Schaltungsträger, insbesondere bei mehreren Schaltungsebenen eines Moduls tragen. Vorzugsweise sind Bauelemente einer solchen bei der Innenwand der Hülle angeordneten Schaltungsebene gut wärmeleitend mit der Hülle verbunden, beispielsweise wiederum über ein keramisches Substrat, welches in gutem Wärmekontakt mit einer metallischen Hülle steht. Die Hülle liegt günstigerweise im Luftstrom einer Zwangsluftkühlung, vorzugsweise stromaufwärts dem Luftstrom zugewandt. Ein zusätzlicher Kühleffekt tritt an den im wesentlichen parallel zur Wellenlängsachse verlaufenden Seitenwänden der Hülle durch den entlangstreichenden Luftstrom auf.

Bei scheibenförmigem Träger sind die Module gemäß einer ersten günstigen Ausführung so gruppiert, daß alle Module einen wellennahen Anschlußbereich aufweisen, so daß alle Module über kurze wellennah geführte Leitungen anschließbar und oder untereinander verbindbar sind. Insbesondere die Zwischenkreispotentiale einer Frequenzumrichteranordnung können auf diese Weise in geringer Länge wellennah geführt sein. Kurze Leitungen sind insbesondere für die EMV-Eigenschaften des Steuergeräts günstig. Die Abstände der Module zur Welle variieren vorzugsweise um maximal 30%. Gemäß einer vorteilhaften Ausführung liegen die verschiedenen Module in polar aufeinander folgenden Ringsegmenten des scheibenförmigen Trägers und wei-

sen zur effizienten Nutzung der Trägerfläche ungefähr trapezförmige Modulflächen auf. Die Abstände zur Welle sind dabei vorzugsweise für alle Module gleich.

Gemäß einer anderen günstigen Ausführungsform sind die Leitungen, Steuerleitungen und/oder Versorgungsleitungen, zu den einzelnen Modulen zumindest teilweise bei größeren Radien zugeführt. Dies vereinfacht durch den größeren verfügbaren Platz die Leitungsführung und Kontaktierung. Ferner entfällt der Drang zur trapezförmigen Gestaltung der Module und die Gestaltungsfreiheit ist größer. Die Leitungen zu und zwischen den Modulen können sowohl in derselben Schaltungsebene wie die Module geführt sein, als auch von anderen Schaltungsebenen mit wesentlichen Leitungsabschnitten senkrecht zur Schaltungsebene der Module verlaufen. Eine Leitungsführung zwischen zwei parallelen beabstandeten Schaltungsebenen kann insbesondere durch im wesentlichen senkrecht von einer Schaltungsebene abstechenden Leiterstegen gebildet sein, welche in korrespondierende Steckverbindungen oder insbesondere Platindurchbrüche mit lötbaren Kontaktflächen der anderen Schaltungsebene eingreifen. Zum Abfangen mechanischer Belastungen können die Leiterstege in ihrem Verlauf Dehnschleifen aufweisen.

Auf oder an dem Träger können neben den genannten Modulen mit elektronischen Schaltungen auch weitere Komponenten des Steuergeräts befestigt sein. Als wichtige Komponenten eines Frequenzumrichters sind insbesondere noch Zwischenkreiskondensatoren (Pufferkondensatoren) zu nennen. Solche typischerweise in größerer Zahl vorhandene Zwischenkreiskondensatoren sind vorzugsweise als Ring um den Träger bzw. die topfförmige Hülle gruppiert und/oder in axialer Richtung versetzt gegen den Träger angeordnet.

Zur Entkopplung der zugeführten Schwachstrom-Signale, welche insbesondere auch Logiksignale und/oder Digitalsignale sein können, zu der Steuereinrichtung von der Spannungsversorgung und dem Leistungsausgang zum Motor sind insbesondere die besonders stöempfindlichen Steuersignalleitungen einerseits und die Leistungsleitungen (Spannungsversorgung, Leistungsausgang) andererseits radial und/oder axial entgegengesetzt angeordnet. Bei Anordnung des Steuergeräts dicht beim Motorgehäuse können die Leistungskabel vorteilhafterweise sehr kurz ausgeführt werden. Die gesamte Steuereinrichtung, bei einem Frequenzumrichter einschließlich der Zwischenkreiskondensatoren ist vorteilhafterweise von einer Außenhülle umgeben, welche sowohl als Luftstromführung als auch als zum mechanischen und/oder elektromagnetischen Schutz dienen kann.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Abbildungen noch eingehend veranschaulicht. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Ansicht einer Frequenzumrichtereinrichtung in Längsrichtung einer Motorwelle.

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine Einrichtung nach **Fig. 1**.

Fig. 3 einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel.

Auf einer als Wärmespreizer und Wärmesenke dienenden Trägerplatte TP in Form einer Kreistringscheibe sind mehrere Schaltungsmodule SM einer Frequenzumrichtereinrichtung angeordnet. Die Module SM nehmen polar getrennte Segmente auf der Kreistringfläche für sich ein und weisen ungefähr trapezförmige Grundrisse auf. Durch die zentrale Ringöffnung RO ragt eine Welle W eines Motors. Zwischen der Welle und der Trägerplatte bleibt ein Ringspalt, durch welchen ein zur Kühlung eingesetzter Luftstrom KL in Wellenlängsrichtung durchtreten kann. Um die Trägerplatte sind in ringförmiger Gruppierung mehrere Pufferkondensatoren

ZK für die Zwischenkreisspannung des Frequenzumrichters angeordnet. Weitere Pufferkondensatoren ZKP können auf der Trägerplatte angeordnet sein. Durch eine Bohrung oder Aussparung in der Trägerplatte ist ein mehradriges Leistungskabel (Powerkabel) PK geführt, über welches eine Betriebswechselspannung dem Frequenzumrichter zugeführt und der frequenzvariable Antriebsstrom zum Motor geleitet ist. In dem Leistungskabel oder mit diesem können je nach Aufbau der Motoranordnung im Einzelfall auch Steuersignalleitungen geführt sein. Die Leitungsverbindungen können anstelle eines durchgeführten Kabels vorteilhafterweise auch eine Steckverbindung in der Bohrung der Trägerplatte oder einer sonstigen Aussparung enthalten, was den Austausch der Elektronikbaugruppe mit der Trägerplatte vereinfacht. Andere elektrische Verbindungen wie isolierte elektrische Durchführungen usw. sind dem Fachmann geläufig.

Die Module SM weisen alle ungefähr den gleichen Abstand zur Welle bzw. zur Ringöffnung RO auf und sind nahe an diese herangeführt. Verbindungs- und Versorgungsleitungen für getrennte Module können daher mit kurzer Leitungslänge in dem achsnahen Bereich der Module geführt werden. Leitungen sowie mechanische Mittel zum Zusammenhalt der Einrichtung sind nicht eingezeichnet. Als mögliche weitere Schaltungselemente sind an sich bekannte Symmetrierwiderstände eingetragen.

In der Querschnittsskizze nach Fig. 2 ist der Aufbau der Steuereinrichtung senkrecht zur Plattenebene veranschaulicht. In der rechten Bildhälfte ist ein vorteilhafter interner Aufbau einer Phasen-Halbbrücke eines Frequenzumrichters als eines der Module SM aus Fig. 1 skizziert.

Auf der Trägerplatte ist in gutem Wärmekontakt ein keramisches Substrat CS montiert, insbesondere aufgeklebt oder aufgelötet. Das Substrat CS trägt auf der der Trägerplatte abgewandten Seite Bauelemente mit relativ hoher Verlustleistung, insbesondere Gleichrichter und Zerrhacker-Schalter (z. B. IGBTs), deren Verlustwärme primär durch Wärmeleitung über das Substrat an die Trägerplatte abgeführt wird. Die Schalter und Gleichrichter liegen in einer ersten Schaltungsebene E1. Von dieser beabstandet ist ein Schaltungsträger TR angeordnet, welcher wie im skizzierten Beispiel beidseitig mit Schaltungselementen in Schaltungsebenen E2 bzw. E3 bestückt sein kann. Die Schaltungsebenen E2, E3 können vorteilhafterweise die Treiberschaltungen für die Schalter der ersten Schaltungsebene enthalten, wobei je eine Schaltung für eines der beiden Umschaltpotentiale High and Low vorgesehen ist.

Durch die beidseitige Schaltungsbestückung ergibt sich eine hohe Symmetrie mit weitgehend identischen Umgebungs- und Leitungsbedingungen für die Ansteuerung der Leistungsschalter der Schaltungsebene E1 für die beiden Potentiale. Der Schaltungsträger TR ist mechanisch stabil gegen das Substrat: CS der Schaltungsebene E1 abgestützt.

Weitere Schaltungselemente sind in einer vierten Schaltungsebene E4 auf einem Trägersubstrat angeordnet. Diese vierte Schaltungsebene kann insbesondere Netzteil-Schaltungen zur Erzeugung von niedrigen Spannungen für die Steuerung von Halbleiterbauelementen sowie Kleinsignal-Steuerschaltungen, insbesondere mit Logikschaltungen, Signalformstufen, Generatorschaltungen zur Ansteuerung der Treiberstufen in Schaltungsebenen E2, E3 u. ä. enthalten.

Das Trägersubstrat TS zur Schaltungsebene E4 ist an der Innenwandung eines die gesamten elektronischen Schaltungen umgebenden Topfes TO befestigt, wobei die Befestigung vorzugsweise einen guten Wärmekontakt zwischen Trägersubstrat und Topf TO bildet. Das Trägersubstrat TS ist seinerseits vorteilhafterweise gut wärmeleitend. Der Topf ist vorzugsweise gleichfalls gut wärmeleitend, insbesondere

metallisch.

Für die vierte Schaltungsebene E4, in welcher nur eine vergleichsweise geringe Verlustleistung anfällt, ist damit auch eine gute Wärmeableitung gegeben, so daß in dieser Schaltungsebene auch Bauelemente mit geringer Temperaturtoleranz eingesetzt werden können. Auch in der Schaltungsebene E3, welche durch den Schaltungsträger gegen die Leistungsbaulemente abgeschirmt ist, ist die Bauelementbelastung bereits erheblich reduziert.

Eine geringe Temperaturbelastung der Bauelemente der Schaltungsebene E4 wird auch durch den Schaltungsträger TR mit Schaltungsebenen E2, E3 bewirkt, welcher die Wärmestrahlung, die von den Bauelemente der ersten Schaltungsebene E1 und dem Substrat CS ausgeht, abschirmt.

Ferner wirkt ein kühlender Luftstrom KL, welcher von einem nicht dargestellten Lüfter in Längsrichtung der Welle eingeprägt ist, wirkungsvoll wärmeabführend für die Bauelemente der Schaltungsebene E4.

Der Topf TO ist seitlich geschlossen und umschließt damit die elektronischen Schaltungen vollständig. Bei metallischem oder metallisiertem Topf kann dadurch ein gute Abschirmung gegen Eindringen oder Abstrahlen elektromagnetischer Störfelder erreicht werden.

Der Topf ist mit der Trägerplatte verbunden und liegt bei metallischer oder metallisierter Ausführung auf gleichem Potential wie die Trägerplatte TP.

Die ringförmig um die Trägerplatte TP und den Topf TO angeordneten Pufferkondensatoren ZK sind auf einer Halteplatte KP befestigt. Die Kondensatoren sind von dem Kühlluftstrom KL umströmt und dadurch gut gekühlt.

Ein Leistungskabel PK, welches auch Steuer- oder Sensorleitungen usw. umfassen kann, ist wellennah durch eine Bohrung in der Trägerplatte TP in das Innere des von Trägerplatte TP und Topf TO gebildeten Bauelementtraums geführt. Ein zur Zuführung von Kleinsignal-Steuersignalen, beispielsweise Logiksignalen, Digitalsignalen u. ä. zu den Logikschaltungen der Schaltungsebene E4 dienendes Steuersignalkabel (Logikkabel) LK ist wellenfern und der Trägerplatte abgewandt, d. h. achsial und radial dem Leistungskabel PK entgegengesetzt angeordnet, wodurch störende Verkopplungen weitgehend ausgeschlossen werden können. Ein polarer Versatz um vorzugsweise 180° ist zur Entkopplung besonders vorteilhaft, aus Anschaulichkeitsgründen in der Fig. 2 aber so nicht skizziert.

Die Trägerplatte TP ist vorzugsweise mit ihrer den Modulen abgewandten Seite großflächig mit einem nicht eingezeichneten Kühlkörper oder mit einer Flanschplatte des Motorgehäuses zur Wärmeabfuhr verbunden.

Ein bevorzugt eingesetzter Kühlkörper kann beispielsweise eine großflächig mit der Trägerplatte in Wärmekontakt stehende Platte und von dieser ausgehende Kühlflächen, insbesondere von dem Kühlluftstrom umströmte Kühlflächen, welche vorteilhafterweise im wesentlichen parallel zur Welle W verlaufen, aufweisen.

Die Fig. 3 zeigt ein anderes vorteilhaftes Beispiel für den Aufbau einer Steuergerätanordnung als Querschnittsskizze in einer die Rotationsachse WA der Welle W enthaltenden Schnittebene. Die nur im unteren Bildteil eingezeichnete Welle W ragt wie im vorigen Beispiel durch eine zentrale Öffnung RO der als Wärmesenke dienenden Trägerplatte TP hindurch. Unmittelbar auf der Trägerplatte TP sind wieder die mehreren Module in Form keramischer Substrate aufgebracht, insbesondere aufgelötet. Die Module tragen die Leiterbahnen und Bauelemente der ersten Schaltungsebene E1, in welcher hauptsächlich die Bauelemente gruppiert sind, bei welchen im Betrieb relativ hohe Verlustleistungen anfallen.

Von der ersten Schaltungsebene in Richtung der Rotati-

onsachse WA beabstandet ist ein Schaltungsträger, welcher in diesem Beispiel als Multi-Layer-Platine ML angenommen sei. Die Platine ML sei dabei vorzugsweise als einheitliche Platine ausgeführt, welche die Welle vorteilhafterweise vollständig als Ring oder zumindest weitgehend umschließt. Die Platine ML enthält dabei als gemeinsamer Schaltungsträger Schaltungsbaugruppen, welche verschiedenen Modulen der ersten Schaltungsebene zugeordnet sein oder auch gemeinsame übergreifende Funktionen ausführen können.

Die Platine ML ist im skizzierten Beispiel lediglich einseitig auf der der ersten Schaltungsebene abgewandten Seite mit Bauteilen bestückt, was die Fertigung gegenüber einer zweiseitigen Bestückung vereinfacht. Die damit einhergehende dichtere Bestückung in der Schaltungsebene E3 wird dadurch begünstigt, daß die Platine durch die flächig durchgehende einteilige Bauform gegenüber einer modularen Unterteilung mehr Bestückungsfläche und mehr Freiheit für die Bauteilanordnung bietet.

Eine weitere Schaltungsebene E4 ist auf der der Platine zuweisenden Innenfläche einer Abdeckung AD vorgesehen, welche eine dem Topf TO des Beispiels nach Fig. 2 ähnliche Funktion der mechanischen und/oder elektromagnetischen Abschirmung der mehreren Schaltungsebenen gegen die Umgebung hat. Im skizzierten Beispiel nach Fig. 3 hat diese Abdeckung pilzförmige Gestalt mit einer Zylinderwand zur Welle hin und einer den die mehreren Schaltungsebenen enthaltenden Raum abschließenden Wandungsplatte.

Die Abdeckung AD ist hingegen auf der radial nach außen weisenden Seite offen, was für den Zusammenbau der vorzugsweise getrennt gefertigten und getesteten Schaltungsebenen vorteilhaft ist. Die Abdeckung AD wird beim Zusammenbau fest mit der Trägerplatte TP verbunden. Die zusammengesetzte Anordnung wird beispielsweise in die topfförmige Aufnahme eines Kühlkörpers KK eingesetzt, dessen Innenwand dann den Raum mit den Schaltungsebenen seitlich abschließt.

Die den Schaltungsebenen abgewandte Seite der Trägerplatte TP liegt an einer planen Fläche des Kühlkörpers KK an, wobei vorzugsweise ein gut wärmeleitendes Medium wie eine Wärmeleitpaste, eine wärmeleitende Folie etc. in dünner Materialstärke zwischen Trägerplatte und Kühlkörperfläche eingefügt ist. Der Kühlkörper kann vorteilhafterweise radial nach außen sich fortsetzende Kühlflügel KF zur Wärmeabgabe an ein Kühlmedium, insbesondere einen Kühlluftstrom aufweisen. Weitere Kühlflächen können je nach Führung des Kühlmediums auch an der der Trägerplatte abgewandten Seite des Kühlkörpers und/oder um die Welle W vorgesehen sein. Der Kühlkörper kann auch Teil eines Gehäuses sein. Als Material für den Kühlkörper ist insbesondere Aluminium oder eine Aluminiumlegierung vorteilhaft.

Die elektrischen Verbindungen zwischen den verschiedenen Schaltungsebenen können günstigerweise durch mehrdrige Flachbandkabel FB und/oder durch Leiterstege LS hergestellt werden, wobei letztere vorteilhafterweise zumindest in ihren Endbereichen senkrecht zu den Schaltungsebenen verlaufende Kontaktstifte aufweisen, welche in Aussparungen des Trägers der gegenüberliegenden Schaltungsebene, insbesondere der Platine ML der Schaltungsebene E3 eingreifen, wenn die verschiedenen Schaltungsebenen in axialer Richtung zusammengesetzt werden. Die Enden der Leiterstege werden vorzugsweise mit Kontaktflächen des Schaltungsträgers verlötet. Die Aussparungen, in welche die Enden der Leiterstege eingeführt werden, sind vorzugsweise als metallisierte Durchgangslöcher ausgeführt. Für Multi-Layer-Platinen ist diese Ausführung an sich bekannt und gebräuchlich.

Die Leiterstege zeigen in ihrem Verlauf zwischen aufeinander folgenden Schaltungsebenen vorteilhafterweise Dehnschleifen oder vergleichbare mechanische Mittel zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen und Temperaturschwankungen. Diese Mittel zeigen vorteilhafterweise dämpfende Eigenschaften, so daß keine Eigenschwingungen überhöht anregbar sind und insbesondere keine Schwingungen zwischen den Schaltungsebenen übertragen werden. Randnah positionierte elektrische Verbindungsstege zwischen den Schaltungsebenen in anderer an sich bekannter Bauform sind mit LT bezeichnet.

Die Leiterstege LS, welche vorzugsweise abgesehen von der elastischen Verformbarkeit starr sind, können vorteilhafterweise zugleich als mechanische Haltemittel für die Multi-Layer-Platine ML oder ggf. weitere Schaltungsträger zwischen der ersten Schaltungsebene E1 auf der Trägerplatte TP und der Schaltungsebene E4 an der Innenwand der Wandungsplatte der Abdeckung AD dienen. Die Platine ML ist in einer solchen Ausführung schwimmend zwischen den mechanisch festen Schaltungsebenen E1 und E4 aufgehängt. Sofern die dadurch gegebene Schwingungsfähigkeit unerwünscht ist, kann durch punktuell, teilweise oder auch vollständiges Vergießen oder Ausschäumen des Zwischenraums eine Festlegung oder zumindest eine Schwingungsdämpfung erzielt werden.

Für die elektrische Verbindung zum Motor, welche insbesondere hohe Leistungen führende Versorgungsleitungen, aber auch andere Leitungen wie z. B. Temperaturfühlerleitungen umfassen kann, ist in Abwandlung des Beispiels nach Fig. 2, wo ein Kabelstrang durch eine Öffnung in der Trägerplatte hindurchgeführt ist, im Beispiel der Fig. 3 eine Steckverbindungseinrichtung SV in durch Trägerplatte TP und Kühlkörper reichende Öffnungen eingesetzt, auf welche einerseits ein an die Multi-Layer-Platine angeschlossener erster Stecker VI und andererseits ein zum Motor bzw. einem Anschlußklemmkasten führender zweiter Stecker VA aufsteckbar sind. Anstelle der Steckverbindung kann auch eine isolierte Durchführung von Lötstiften oder eine Kombination der beschriebenen oder weiterer bekannter Techniken vorgesehen sein. Die elektrische Verbindung zwischen Motor bzw. Anschlußklemmkasten und den Leistungsbaulementen der Schaltungsebene E1 erfolgt im skizzierten Beispiel vorteilhafterweise über die Platine ML, insbesondere über deren innenliegende Leiterebenen. Die Platine ML kann vorteilhafterweise eine innenliegende Leiterebene auf Massepotential aufweisen, welche Leistung führende Leiterebenen von Steuersignal-Leiterebenen trennt. Es kann ferner eine Leiterebene als wärmeverteilend ausgebildet sein.

Die Zuführung von Steuersignalen, insbesondere störempfindlichen Steuersignalen u. ä. erfolgt wie im vorigen Beispiel, zumindest überwiegend vorzugsweise über ein separates Logikkabel LK an einer der Steckverbindung SV abgewandten Position.

Die quer zur Rotationsachse WA verlaufende Wandungsplatte der Abdeckung AD kann Aussparungen aufweisen, durch welche insbesondere großvolumige Bauteile wie Relais RE, Kondensatoren EK, Trafos TF etc. einerseits mit der Schaltungsebene E4 verbunden sein und andererseits außerhalb der Abdeckung angeordnet sein können. Auch für auf der Schaltungsebene E3 der Platine ML oder auf der Schaltungsebene E1 kontaktierte großvolumige Bauelemente wie beispielsweise Strommesser SM kann vorgesehen sein, daß diese durch Aussparungen der Schaltungsebene E4 und der Wandungsplatte der Abdeckung AD bzw. zusätzlich Aussparungen der Schaltungsebene E3 nach außen ragen. Die Aussparungen können vorteilhafterweise die durchragenden Bauelemente eng umschließen und vorzugsweise durch ela-

stische Dichtmittel abgedichtet sein.

Die vorstehend und in den Ansprüchen angegebenen Merkmale sind sowohl einzeln als auch in verschiedenen Kombinationen vorteilhaft realisierbar. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern im Rahmen fachmännischen Könnens in mancherlei Weise abwandelbar.

Patentansprüche

1. Elektromotoranordnung mit einem integrierten elektronischen Steuergerät, welches eine Welle des Motors umgebend ausgeführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuergerät mehrere Module mit isolierenden Substraten enthält, welche zu mehreren auf einem Träger angeordnet sind. 10
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger als Wärmesenke für die Verlustleistung der Module dient und gut wärmeleitend mit den Substraten verbunden ist. 15
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger metallisch ist. 20
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger aus Kupfer oder Aluminium oder einer Legierung mit solchen Metallen besteht. 25
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Substrate aus Keramik bestehen.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Module in einem Winkelbereich von wenigstens 270° um die Welle angeordnet sind. 30
7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß lediglich ein für alle Module gemeinsamer einstückiger Träger vorgesehen ist. 35
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger scheibenförmig mit quer zur Welle ausgerichteter Scheibenebene ausgeführt ist. 40
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Module zur Welle um maximal 30% variiert.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch quer zur Wellenachse in Wellennähe verlaufende Verbindungsleitungen zu und/oder zwischen verschiedenen Modulen. 45
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Modul von einem elektrischen und/oder magnetisch abschirmenden Topf umgeben ist. 50
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zu einem Modul mehrere Schaltungsebenen vorgesehen sind, wobei eine der Schaltungsebenen Bauelemente mit relativ hoher Verlustleistung umfaßt und gut wärmeleitend mit dem Träger verbunden ist und eine weitere Schaltungsebene Bauelemente mit relativ geringer Verlustleistung enthält. 55
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch eine die Anordnung der Module umgebende Gruppe von Kondensatoren. 60
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die von einem Modul beanspruchte Fläche auf dem Träger geringer als 20%, insbesondere geringer als 10% der von dem Träger quer zur Wellenachse eingenommenen Fläche ist. 65
15. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, daß motorstromführende Leistungsleitungen einerseits und Steuersignalleitungen andererseits radial und/oder achsial und/oder polar entgegengesetzt angeordnet sind.

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger gut wärmeleitend mit einem Kühlkörper aus gut wärmeleitendem Material verbunden ist.
17. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper einem Kühlluftstrom ausgesetzt ist.
18. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlluftstrom im wesentlichen parallel zur Welle verläuft.
19. Anordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper parallel zur Welle ausgerichtete Kühlflächen aufweist.
20. Anordnung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper einen die Module enthaltenden Bauelementerraum in zwei Richtungen abschließt.
21. Anordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger aus Kupfer oder einer Kupferlegierung besteht.
22. Anordnung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

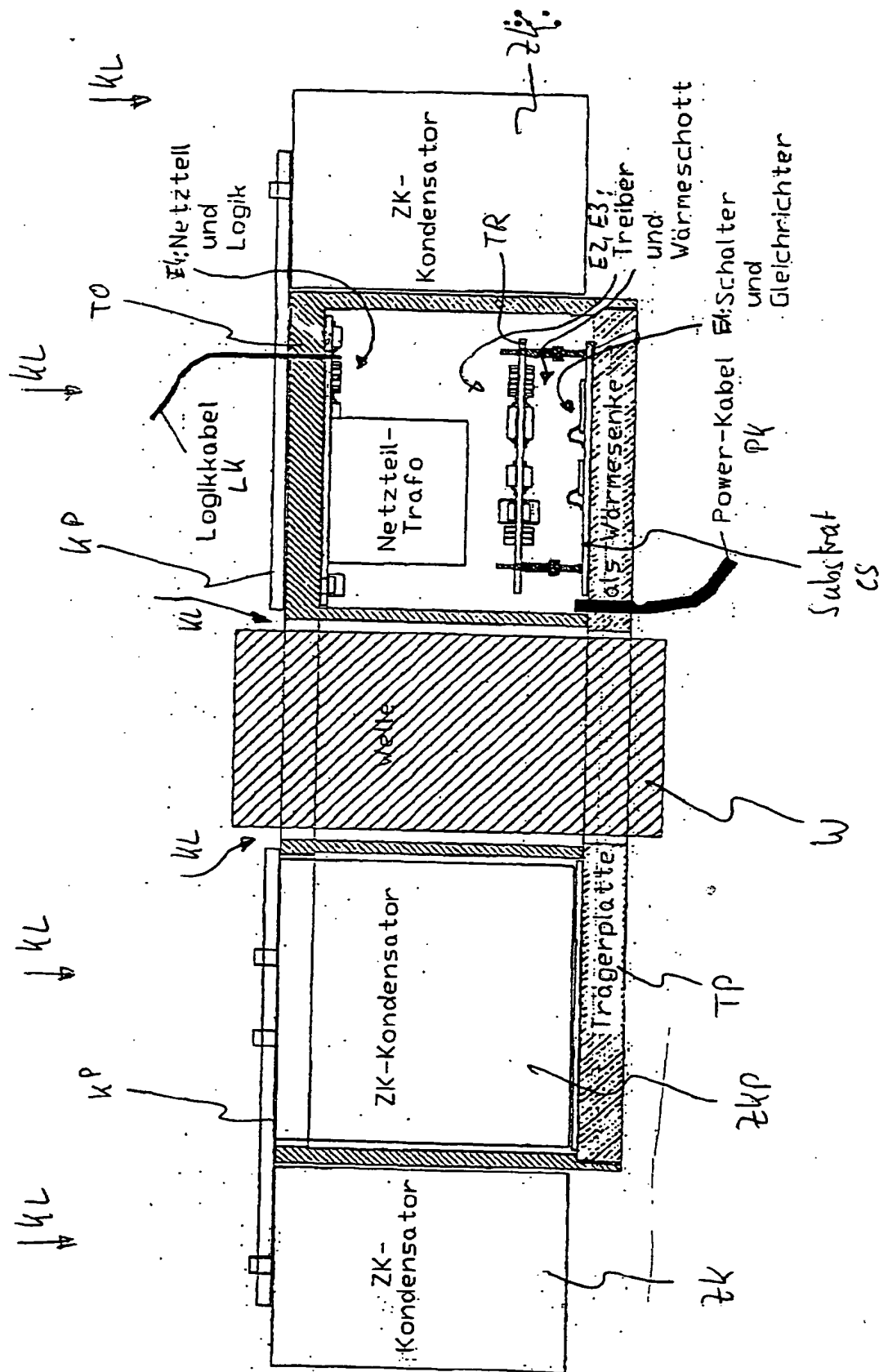
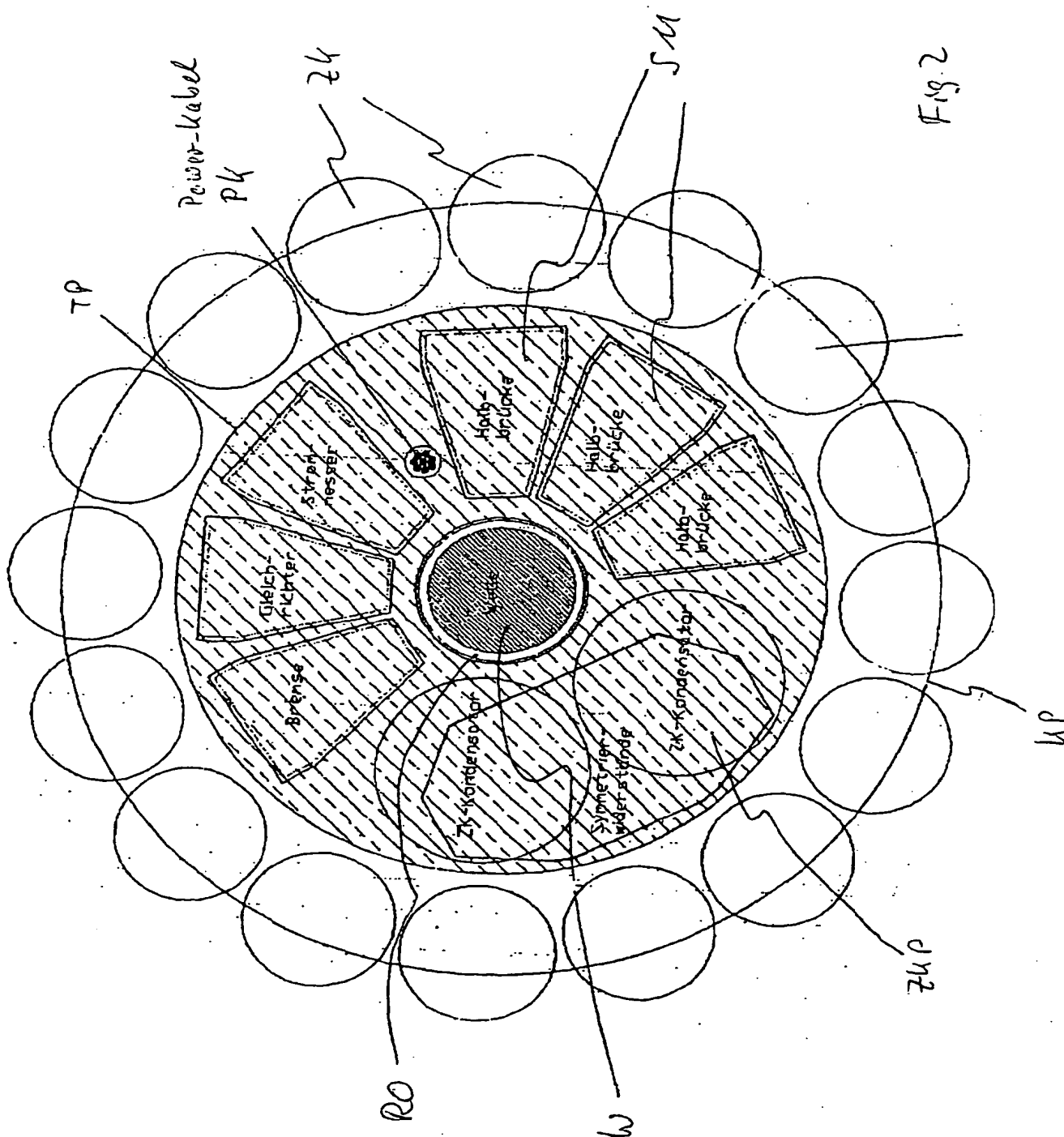


Fig. 1



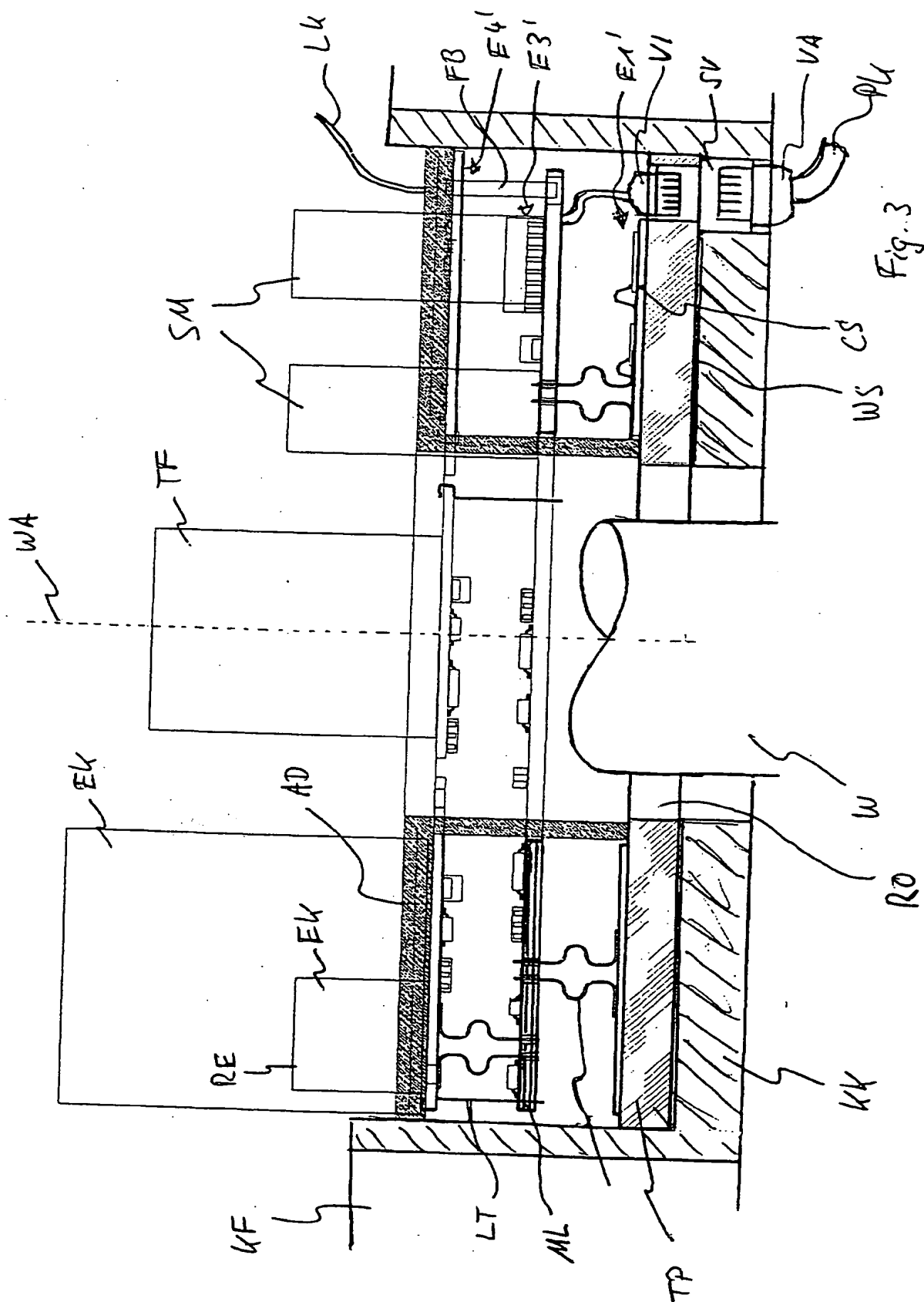


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.